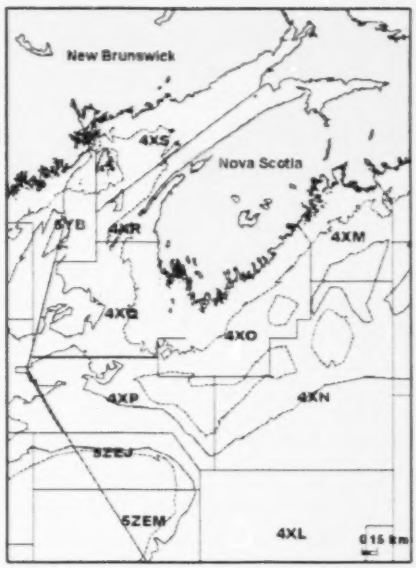
Haddock on the Southern Scotian Shelf and Bay of Fundy (Div. 4X/5Y)



Background

Haddock (Melanogrammus aeglefinus) are found on both sides of the North Atlantic. In the west Atlantic, they occur from southwest Greenland to Cape Hatteras. A major stock exists in the southern Scotian Shelf and Bay of Fundy area. This bottom-dwelling species is a member of the cod family and feeds mainly on small invertebrates. It is most common at depths of 25-75 fathoms (46-137m) and in bottom temperatures above 2°C. Although seasonal migrations are evident within the stock area, there is relatively little exchange between adjacent haddock stocks.

Young haddock in this stock are relatively fast growing, presently reaching 16 inches (41 cm) and 1.6 pounds (0.7 kg) by age 4 on average. Growth slows thereafter and haddock reach only about 21 inches (53 cm) in length by age 10. Haddock in the Bay of Fundy grow more rapidly than those on the southern Scotian Shelf. Approximately 50% of female haddock are mature by age 3; however the number of eggs produced by a female of this age is low and increases dramatically with age. Browns Bank is the major spawning area for the stock and peak spawning occurs in April/May.

Reported annual landings have been as high as 43,000t and the long-term average is about 18,000t. Landings have been below 11,000t since 1988. Historically this fishery has been dominated by mobile gear except during 1990-93 when the proportion of landings taken by fixed gear was greater. Quotas for this stock were introduced in 1970 and a spawning season/area closure has been in place since that time.

Summary

- The quota for 4X/5Y haddock has remained at 8,100t for the last 5 years. Reported landings have been close to the quota each year.
- Abundance has been increasing since the early 1990s and is presently high.
- Production has been decreasing since the late 1970s and is presently low.
- Exploitation rate for ages 5-7 decreased from approximately 50% in the early 1980s but dropped below 20% (corresponds to currently used $F_{0.1}$=0.25) in 1994 to the present.
- Partial recruitment has changed in recent years and fully recruited ages have changed from 5-7 to 8-10.
- Exploitation on fully recruited ages in the 2002 fishing year will be below $F_{0.1}$ if the TAC is not exceeded.

- The 1998 yearclass is estimated to be the largest observed in the time series, and the 1999 yearclass is estimated to be very strong.
- These yearclasses may be over-estimated by a factor of 2, due to the retrospective pattern.
- Spawning stock biomass (ages 4+) is estimated to increase to a high in 2003 and then decrease subsequently unless further strong recruitment occurs.
- Projected yield at $F_{0.1}$ in the 2003 fishing year ranges from 9,000-15,000t depending upon the weights-at-age used to calculate yields.
- Emphasis should be on how the potential yield from the current good recruitment is to be utilized over time, and on the implications of that decision for 4X cod conservation as a result of the mixed fishery problem.

The Fishery

Landings (000s t)

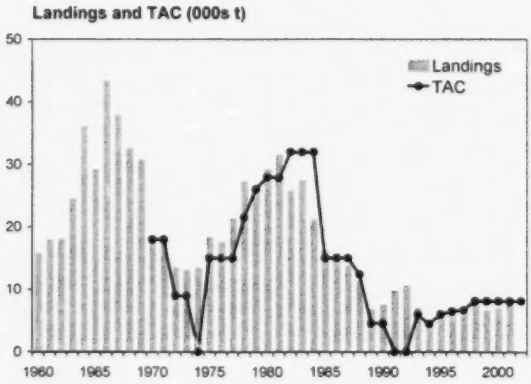
Year	1970-1979 avg.	1980-1989 avg.	1990-1997 avg.	1998	1999[1]	2000[2]	2001[2]	2002[2]
TAC	14.7	21.4	4.3	8.1	9.8	8.1	8.1	8.1
TOTAL	18.6	19.6	7.2	7.8	9.3	7.8	7.4	

1. Fishing year, landings and TAC refer to the 15-month period from January 1, 1999, to March 31, 2000.
2. Commencing in 2000, fishing year, landings and TAC refer to the period April 1st of the current year to March 31st of the following year.

Reported landings of 4X/5Y haddock in the fishing year ending March 31, 2002, were 7,411t relative to a quota of 8,100t. Haddock landings for the current fishing year to October 24, 2002, were 4566t. This fishing year is progressing much like the previous two years. Although most fishermen are attempting to avoid catching cod, 70% of the overall cod quota had been landed by October 24th, while only 56% of the haddock quota had been landed.

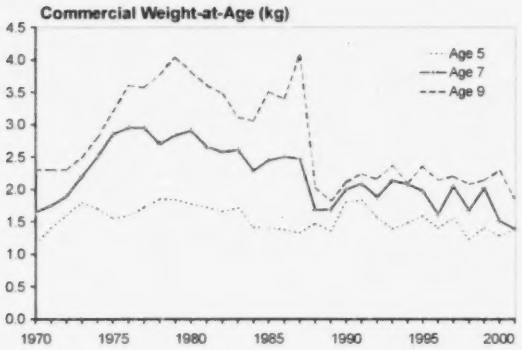
Several recent changes to the management of this fishery have had a significant impact on the timing of the fishery. As a result of the change to an April-March fishing year in 1999, haddock landings in the first quarter of 2000 and 2001 were the highest since 1992. Landings in the first quarter of 2002 were also high. Both the fixed gear and mobile gear sectors indicate this is due primarily to the ability to direct for haddock with a minimal bycatch of cod at that time of year. The introduction of sharing arrangements in the fixed gear sector, as a result of Community Management, has also contributed to this change.

This change in timing of the fishery has also led to changes in the distribution of catches. The proportion of catches coming from 4Xn and 4Xp has been increasing in recent years. While the increase in 4Xn is largely a result of the increase in the winter fishery, the increase in catches in 4Xp likely reflects directing for larger haddock in deeper water.



Mean weights-at-age in the commercial landings have been variable with a modest decline since the early 1990s. The age 5 weight-at-age in recent years is similar to that since 1970, but ages 7 and older are very low compared to the

late 1970s and early-1980s. The degree to which this difference is due to methodology of age interpretation is under investigation.



The 1998 yearclass began to recruit to the fishery in 2001. At age 4 in 2002, it made up 34% of the half-year catch by weight.

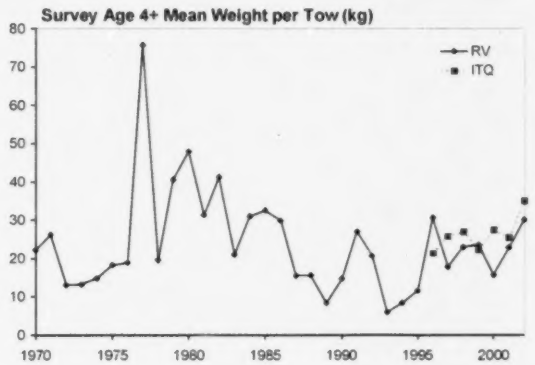
Industry Perspective

Reports from industry indicate that haddock abundance has been good throughout the stock area in recent years although there were reports of changes in inshore distribution. Catches of small fish have been prevalent, particularly in eastern 4X. Reports indicate that discarding and misreporting of 4X/5Y haddock have been minimal in recent years.

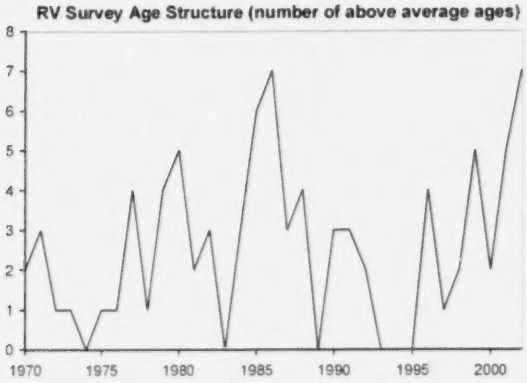
Resource Status

Information on the annual spatial distribution and size composition from the July research vessel surveys is contained in Branton and Black (2002).

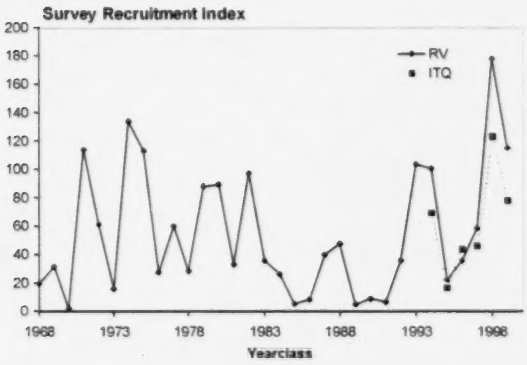
Abundance of ages 4+ haddock (proxy for spawning stock biomass) in the summer research vessel survey has shown an increasing trend since 1993 and was above the long-term average in 2002. A joint industry/DFO resource survey of 4X has been conducted by the ITQ fleet since summer 1995. Abundance of ages 4+ in the ITQ survey has shown an increasing trend since 1996 and was the highest observed in 2002. In both surveys, approximately half of the 2002 ages 4+ catch consisted of the 1998 yearclass.



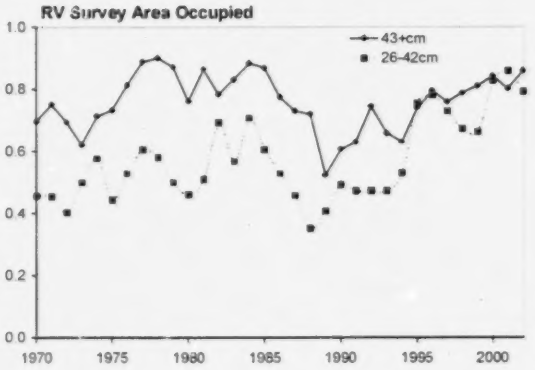
The **age structure** of a population reflects the quality of the population abundance. In general, a broader range of ages is more likely to represent a healthy stock. The number of above average yearclasses in the research vessel survey ages 4-10 is a measure of age structure. This indicator has been increasing since 1995 and all ages were above average in 2002. This may not be the best indicator of age structure because it is insensitive to the relative contribution of older ages within the age distribution, which are thought to have a higher reproductive potential. Further research is required in this area.



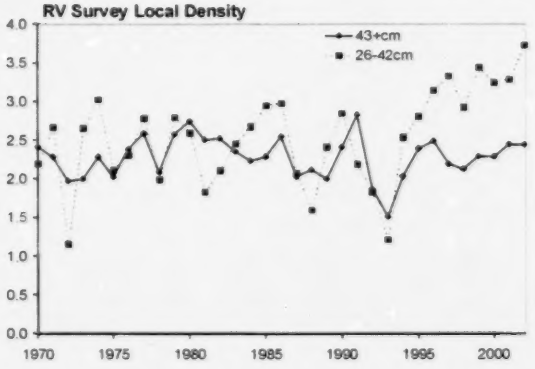
Recruitment, measured as catch per tow at ages 2 and 3 in the research vessel survey, was below average from 1983 to 1992, with the exception of the 1987 and 1988 yearclasses. The 1993 and 1994 yearclasses were strong. The 1998 yearclass is the largest in the summer research vessel survey series and the 1999 yearclass is the third largest. In the ITQ survey, the 1998 yearclass is also largest in the series and the 1999 yearclass is second largest.



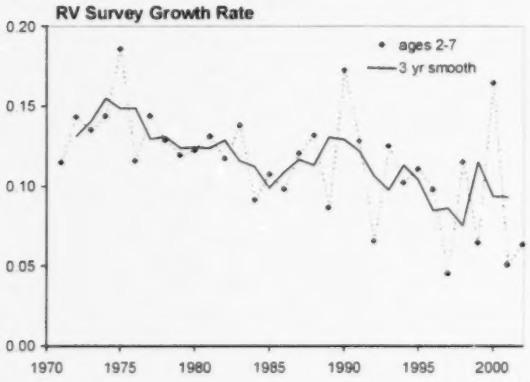
Several indices can provide insight into the distributional properties of abundance. The proportion of annual survey sets where a species occurs (non-zero sets) is a measure of the **area occupied** by the species. Area occupied in the summer research vessel survey by haddock 43cm and greater in length (approximates ages 4+) has shown an increasing trend since the late 1980s and is near the high levels seen in the late 1970s and early 1980s. The area occupied in the summer research vessel survey by haddock 26-42cm in length (approximates ages 2 and 3) has shown an increasing trend since the late 1980s and is at the highest levels observed in the series.



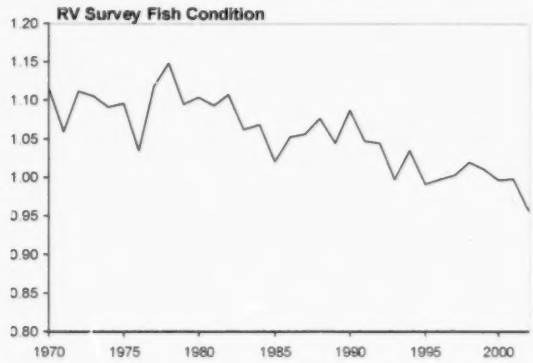
The average catch rate in annual survey sets where a species occurs is an indicator of the **local density** of the species. Local density in the summer research vessel survey of haddock 43cm and greater has shown an increasing trend since the early 1990s and is about average in 2002. The local density in the summer research vessel survey of haddock 26-42cm has been increasing since the early 1990s and is at the highest levels observed in the series.



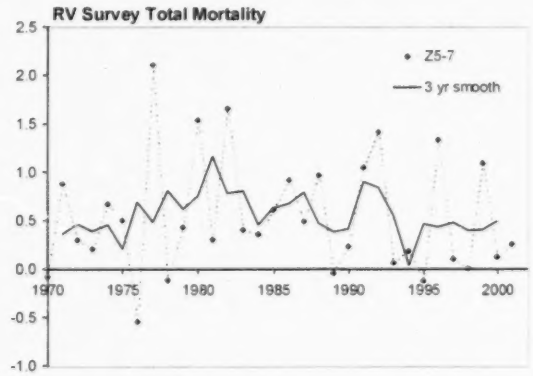
Mean lengths-at-age in the summer research vessel survey have been decreasing since the early 1990s, particularly at older ages. Mean weights-at-age show similar trends. Many ages are below the long-term mean length and weight and some are at the smallest size observed in the series. The instantaneous annual **growth rate (G)** calculated for length at ages 2-7 shows a long-term decreasing trend since the mid-1970s but shows some signs of stabilizing in the last few years.



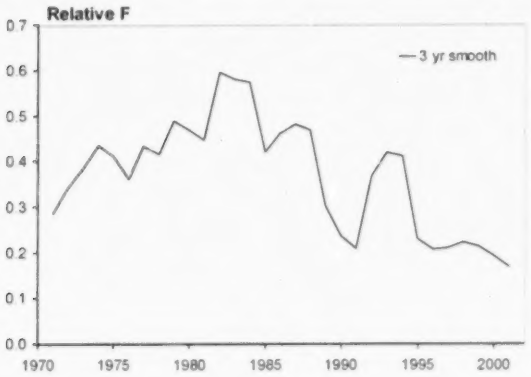
An index of **fish condition**, Fulton's K, developed from the summer research vessel surveys, has shown a decreasing trend since the early 1980s and reached a minimum in 2002. Low levels of this index in Atlantic cod have been related to poor reproductive success, and to post-spawning mortality at very low levels. Similar experiments have not been conducted for haddock. It would appear that the levels observed here for haddock have not affected reproductive success. However, poor condition does reflect low productivity.



Total mortality (Z) estimated for ages 5-7 (historically fully recruited) from summer research vessel surveys were relatively stable in recent years with an implied fishing mortality of about $F_{0.1}$ (assuming a natural mortality of 0.2).

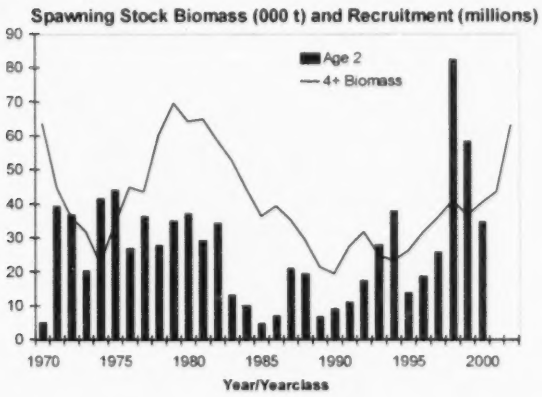


Relative fishing mortality showed an increasing trend through the 1970s to a maximum in the early 1980s, followed by a decreasing trend. Relative F increased 1992-94, but decreased in 1995 and has remained relatively stable since.



A **Sequential Population Analysis** (SPA) was conducted using both the summer research vessel and the ITQ surveys for fitting the model.

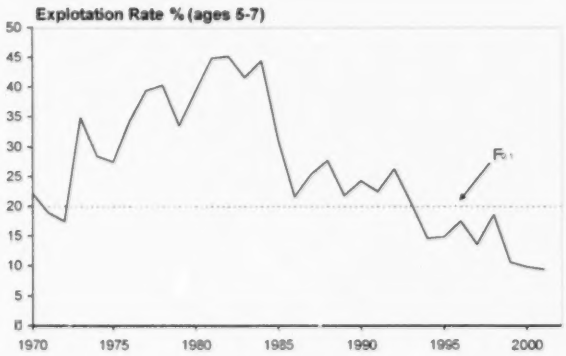
Recruitment from 1983-92 was below average, although the 1987 and 1988 yearclasses were near-average in strength. Both the 1993 and 1994 yearclasses were above average. The 1997 yearclass was average and the 1998 yearclass is estimated to be the strongest in the time series. The model suggests that the 1999 yearclass is also very strong and the 2000 yearclass is above average.



Spawning stock biomass (ages 4+) decreased since 1979 and reached a low of 19,000t in 1990. The above average 1993 and 1994 yearclasses resulted in spawning stock biomass increasing to 41,000t in 1998. The average 1997 yearclass and the large 1998 yearclass are estimated to increase spawning stock biomass to 63,000t in 2002.

There appears to be no relationship between spawning stock biomass and recruitment over the biomass range observed.

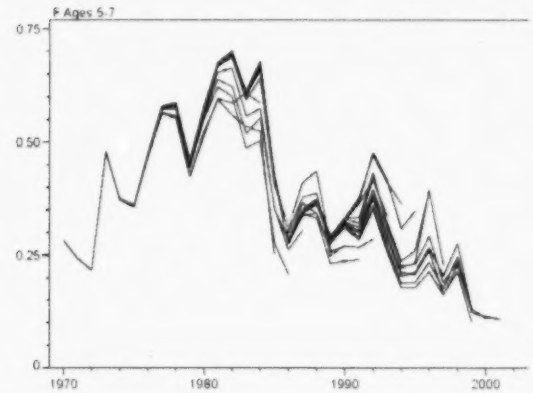
The **exploitation rate** on ages 5-7 (historically fully recruited) increased from the 1970s to approximately 50% in the early 1980s. It declined to close to $F_{0.1}$ (20%, currently used value of $F_{0.1}$=0.25) in the late 1980s and dropped below $F_{0.1}$ in 1994. Exploitation rate on ages 5-7 dropped again in 2000 and 2001. Partial recruitment has changed in recent years and fully recruited ages changed from 5-7 to 8-10. The exploitation rate on older ages has remained high at about 22%.

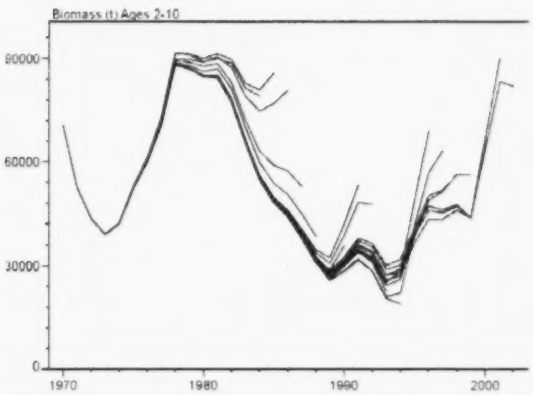


Sources of Uncertainty

Past assessments of this resource have exhibited a retrospective pattern. The pattern in exploitation estimates is variable and does not show a consistent over- or under-estimation. The biomass estimates do exhibit a consistent pattern of over-estimation of population abundance in the most recent year, particularly when strong yearclasses

occur. This analysis estimates the 1998 and 1999 yearclasses to be very strong, which may produce this retrospective pattern again. These yearclasses may be over-estimated by a factor of 2.





Projected yield and spawning stock biomass were calculated using recent average weights-at-age. Weights-at-age in this resource have been declining since the mid 1990s. If this trend continues, then yield and spawning stock biomass will be over-estimated. A shift in the proportion of landings from the Bay of Fundy to the Scotian Shelf where growth is slower would also result in yield being over-estimated.

In 1984/1985, there was a change in the methodology used to determine ages in this resource. Concerns have been expressed that the decreases in size-at-age observed in that period may be due to changes in the methodology, not to changes in growth rate, and this will be investigated. This would not just effect estimates of size-at-age, but also estimates of spawning stock biomass and exploitation rates during that period.

Traffic Light Analysis

The **Traffic Light** table summarises the indicators of stock status shown above. This table shows the annual values of each indicator as a combination of three lights depending on whether they are among the best values for that indicator, among the worst or in between. For indicators such as stock biomass and recruitment, high values are good and have a green light ⊕ and low values are bad and have a red light ⊖. However, for indicators such as mortality, high values are bad and are assigned a red light whereas low values are good and receive a green light. Intermediate values (midpoint between red and green) are yellow ◉. A value between red and yellow is expressed as a pie with increasing amounts of red in the pie as the value approaches the red threshold or cut point. Similarly, a value between the midpoint and the green cut point becomes increasingly green in the pie as the green cut point is approached. Empty cells in the table indicate no observation for that year. Uncertainties about the appropriate cut point resulted in a broad yellow zone.

In the traffic light analysis, indicators are summarised into groups, which emphasise specific aspects of the resource. These groupings are called characteristics. The following outlook is cast in terms of these characteristics and each is shown in bold.

* See Appendix 1 for a description of traffic light indicators, boundary points, weights and rationales for 4X/5Y haddock.

Outlook

Indicators of **abundance** (RV Survey wt/tow ages 4+, ITQ Survey wt/tow ages 4+, SPA Biomass ages 4+, RV Survey Age Structure) all show increasing trends in the most recent period and all indicate that the 2002 value is above average. The large increase in 2002 4+ biomass is a result of the 1998 yearclass.

Indicators of **recruitment** (RV Survey Recruitment Index ages 2+3, ITQ Survey Recruitment Index ages 2+3, SPA Recruitment age 2) all show that the 1998 yearclass is the strongest observed in the survey/SPA time series. The 1999 yearclass is also very strong and the 2000 yearclass may be above average. The 1993 and 1994 yearclasses were above average.

The **distribution** indicators (RV Survey Area Occupied 43+cm, RV Survey Local Density 43+cm, RV Survey Area Occupied 26-42cm, RV Survey Local Density 26-42cm) show that fish at lengths that approximate the spawning stock are near the widest area occupied observed and the local density is about average. The area occupied by fish at lengths that approximate recruits is at the widest observed and the local density is also at the highest.

The indicators of **production** (RV Survey Growth Rate, RV Survey Fish Condition) have been decreasing since the late 1970s to early 1980s and are at or near the lowest levels observed.

The indicators of **mortality** (RV Survey Total Mortality ages 5-7, SPA Exploitation ages 5-7, Relative Fishing Mortality ages 5-7) show that mortality has been low in recent years.

Projected yield was calculated using the recent partial recruitment pattern. While the very strong incoming 1998 and 1999 yearclasses may result in an increase in the partial recruitment to the fishery at ages 4 and 5 in 2003, the

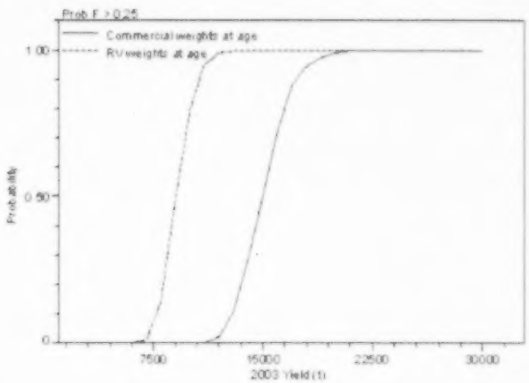
extent of this is uncertain. Therefore the projected yield was calculated using the 1999-2001 average partial recruitment. Weights-at-age in the fishery are currently larger than those indicated for the population by the research vessel survey. Projected yield was calculated using recent weights-at-age from the fishery, but also using weights-at-age from the research vessel survey to approximate the anticipated increased contribution of catch from the Scotian Shelf stock area, if quotas and catches increase significantly. Projections using the survey weights-at-age are considered a lower bound and results closer to those using recently observed fishery weights-at-age are more likely. The table below shows projected yield at F=0.25 (currently used for $F_{0.1}$) for the 2003 fishing year and the spawning stock biomass (ages 4+) at the beginning of the 2003 fishing year.

This analysis indicates that landings of 8,100t (TAC) in the 2002 fishing year will result in an exploitation rate below $F_{0.1}$.

Weight-at-age	2003 SSB (t)	2003 Yield (t)
high	79,000	15,000
low	77,000	9,000

If fished at $F_{0.1}$, spawning stock biomass is estimated to increase to a high in 2003 and then decrease subsequently, unless further strong recruitment occurs.

It is possible to estimate the uncertainties from the model regarding stock size and then use these in a **risk analysis**. The risk plot incorporates the discrepancy between the accepted model and the data. Other uncertainties not considered in this risk analysis include errors in the model and model formulations, changes in fishing practices, and environmental effects on survivorship.



The spawning stock biomass is currently near historically high levels; therefore a change in spawning stock biomass in not an immediate concern. Accordingly the risk analysis is done only to measure if we are keeping fishing mortality at a moderate level.

The steepness of the curves indicates that the risk analysis results are relatively robust to estimation error for abundance but the distance between them indicates they are sensitive to assumptions of fishery weights-at-age.

Given the retrospective pattern observed in this resource in the past when strong yearclasses were present, this assessment likely over-estimates biomass.

Although we have observed high recruitment and recruits that are widely distributed at high local density, the spawners exhibit low growth rate, below average size-at-age, and lower condition. It is uncertain how this will impact future production.

In summary, high exploitation in the early 1980s, despite good recruitment, led to declines in spawning stock

biomass. Although exploitation decreased to near $F_{0.1}$ in the late 1980s, declining production and poor recruitment resulted in further declines in spawning stock biomass. Improved recruitment and low exploitation in the early 1990s started stock rebuilding. Continued low exploitation since 1994 and the above average 1993 and 1994 yearclasses have allowed spawning stock biomass to continue to rebuild. The very strong 1998 and 1999 yearclasses are expected to continue this trend.

The resource is rebuilding, due to record high levels of recruitment and low recent exploitation levels. Spawning stock biomass is near the high levels of the late 1970s/early 1980s and is projected to exceed these levels in 2003 but will decrease unless further strong recruitment occurs. Thus emphasis should be on how the potential yield from the current good recruitment is to be utilized over time, and on the implications of that decision for 4X cod conservation as a result of the mixed fishery problem.

For more Information

Contact:

Peter Hurley
Marine Fish Division
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006, Dartmouth
Nova Scotia, B2Y 4A2

Tel: 902-426-3520
Fax: 902-426-1506
E-Mail:HurleyP@mar.dfo-mpo.gc.ca

Reference

Branton, R., and G. Black. 2002. Summer Groundfish Survey Update for Selected Scotia-Fundy Groundfish Stocks. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/087.

Hurley, P.C.F., G.A.P. Black, J.E. Simon, R.K. Mohn and P.A. Comeau. 2002. Assessment of Div. 4X/5Y Haddock in 2002. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/098.

This report is available from the:

Maritime Provinces
Regional Advisory Process
Department of Fisheries and Oceans
P.O. Box 1006, Stn. B203
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2
Phone number: 902-426-7070
Fax number: 902-426-5435
e-mail address: myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4913
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2002

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

Correct citation for this publication:

DFO, 2002. Haddock on the Southern Scotian Shelf and Bay of Fundy (Div. 4X/5Y). DFO Sci. Stock Status Rep. A3-07(2002).

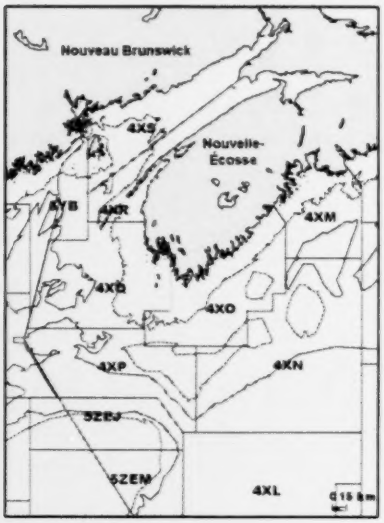
Appendix 1. Description of traffic light indicators, boundary points, weights and rationales for 4X/5Y haddock.

The traffic light approach provides a framework that allows us to incorporate multiple indices of stock status and other relevant indicators. Colour boundaries corresponding to good and bad periods can be established qualitatively for some indicators, but remain problematic for others. For most indicators, the history of the index is short relative to the ecological and evolutionary history of the fish populations or of the ecosystems within which they occur. In the absence of quantitative information to specify colour boundaries they have been established by a process of deliberation, where the weight of expert opinion is used to determine the most reasonable estimates. These represent the best available estimates; however all are subject to improvement through ongoing research.

The time period 1970-2002 was used to establish colour boundaries for the 4X/5Y haddock stock status indicators. During this period, abundance of the stock was relatively high during the late 1970s and early 1980s, and relatively low during the late 1980s and early 1990s. Recruitment was relatively good during the mid-1970s through to the early 1980s, but was poor from the mid-1980s to the mid-1990s. Production in terms of growth in the population has decreased throughout the period. Mortality rates were high from the mid-1970s to the mid- to late 1980s. Colour boundaries were set to correspond to these general trends.

Indicator	Green (+) Boundary	Red (-)Boundary	Characteristic	Weight
RV Survey wt per tow ages 4+ (kg)	31: Consistent with highs observed in late 1970s/early 1980s	13: Consistent with lows observed in late 1980s/early 1990s	Abundance	1
ITQ Survey wt per tow ages 4+ (kg)	30: This is a short time series and thus its true range is uncertain. The boundaries were set to be consistent with those for SPA 4+ biomass	20: This is a short time series and thus its true range is uncertain. The boundaries were set to be consistent with those for SPA 4+ biomass	Abundance	1
SPA Biomass ages 4+ (t)	55000: Consistent with highs observed in late 1970s/early 1980s	20000: Consistent with lows observed in late 1980s/early 1990s	Abundance	1
RV Survey Age Structure –above average ages 4-10	5: Consistent with highs observed in late 1970s/early 1980s	1: Consistent with lows observed in late 1980s/early 1990s	Abundance	1
RV Survey Area Occupied 43+cm	0.88: Consistent with highs observed in late 70s/early 80s	0.62: Consistent with lows observed in late 1980s/early 1990s	Distribution	1
RV Survey Local Density 43+cm	2.5: Consistent with highest observed	2: Consistent with lowest observed	Distribution	1
RV Survey Area Occupied (26-42cm)	0.8: Consistent with highest observed	0.4: Consistent with lowest observed	Distribution	1
RV Survey Local Density (26-42cm)	3.2: Consistent with highest observed	1.6: Consistent with lowest observed	Distribution	1
RV Survey Recruitment Index ages 2+3	87,000: Set to be consistent with those of SPA age 2 recruitment	18,000: Set to be consistent with those of SPA age 2 recruitment	Recruitment	1
ITQ Survey Recruitment Index ages 2+3	62,000: Set to be consistent with those of SPA age 2 recruitment	26,000: Set to be consistent with those of SPA age 2 recruitment	Recruitment	1
SPA Recruitment age 2	40,000,000: Consistent with highs observed in late 1970s/early 1980s	10,000,000: Consistent with lows observed in late 1980s/early 1990s	Recruitment	1
RV Survey Fish Condition (Fulton's K)	1.02: It is unlikely that K values in the range observed were low enough to have affected reproductive success or mortality, but they do reflect reductions in production	0.90: It is unlikely that K values in the range observed were low enough to have affected reproductive success or mortality, but they do reflect reductions in production	Production	1
RV Survey Growth (G) ages 2-7 3yr smooth	0.14: Consistent with highest observed	0.07: Consistent with lowest observed	Production	1
RV Survey Total Mortality (Z) ages 5-7 3yr smooth	0.45: Based on $F_{0.1}$ limit + M (0.2)	0.70: Twice $F_{0.1}$ limit + M (0.2)	Mortality	1
Exploitation (%) (ages 5-7)	20: Moderate F level ($F_{0.1}$)	36: Twice $F_{0.1}$ limit	Mortality	1
Relative Fishing Mortality (Ages 5-7) 3yr smooth	0.25: $F_{0.1}$ limit	0.50: Twice $F_{0.1}$ limit	Mortality	1

Aiglefin du sud du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy (Divisions 4X/5Y)



Renseignements de base

L'aiglefin (Melanogrammus aeglefinus) est une espèce que l'on rencontre de part et d'autre de l'Atlantique Nord. Dans la partie ouest de l'Atlantique, on le retrouve du sud-ouest du Groenland au cap Hatteras. Un stock important occupe la partie sud du plateau néo-écossais et la baie de Fundy. L'aiglefin est un poisson de fond de la famille de la morue qui se nourrit surtout de petits invertébrés. On le trouve le plus fréquemment à des profondeurs allant de 25 à 75 brasses (46-137 m) et sur des fonds dont la température est supérieure à 2°C. Quoiqu'il existe manifestement des migrations saisonnières au sein d'une zone de stock, il y a relativement peu d'échanges entre stocks voisins.

Les jeunes aiglefins de ce stock croissent relativement vite et, actuellement, mesurent 16 pouces (41 cm) et pèsent 1,6 livre (0,7 kg) à l'âge 4 en moyenne. Leur croissance ralentit par la suite et ils n'ont qu'environ 21 pouces (53 cm) à l'âge 10. L'aiglefin de la baie de Fundy croît plus rapidement que celui du sud du plateau néo-écossais. Environ 50 % des femelles ont atteint la maturité à l'âge 3; toutefois, le nombre d'œufs produits par une femelle de cet âge est faible, mais il augmente considérablement avec l'âge. Le banc Browns est la plus grande frayère du stock, et la fraye est à son plus fort d'avril à juin.

Les débarquements annuels déclarés atteignent 43 000 t et la moyenne à long terme est d'environ 18 000 t. Les débarquements sont inférieurs à 11 000 t depuis 1988. Traditionnellement, la pêche a surtout été pratiquée aux engins mobiles. De 1990 à 1993, toutefois, les débarquements provenaient en majorité des engins fixes. Le stock est géré par quotas depuis 1970 et une fermeture de la frayère ainsi qu'une fermeture pendant la saison de fraye sont en vigueur depuis lors.

Sommaire

- Le quota d'aiglefin de 4X/5Y est resté de 8 100 t depuis 5 ans. Les débarquements déclarés ont été proches du quota chaque année.
- L'abondance augmente depuis le début des années 1990; elle est actuellement élevée.
- La production diminue depuis la fin des années 1970; elle est actuellement basse.
- Le taux d'exploitation des poissons des âges 5-7 a diminué d'environ 50 % au début des années 1980 et est tombé sous les 20 % (correspondant à la cible $F_{0,1}$ = 0,25 utilisée actuellement) de 1994 à nos jours.
- Le recrutement partiel a changé ces dernières années et les âges pleinement recrutés sont passés de 5-7 ans à 8-10 ans.
- L'exploitation des âges pleinement recrutés dans l'année de pêche 2002 sera inférieure à $F_{0,1}$ si le TAC n'est pas dépassé.

- On estime que la classe d'âge de 1998 est la plus forte de la série chronologique et que la classe d'âge de 1999 est aussi très forte.
- L'estimation de ces classes d'âge pourrait être une surestimation représentant deux fois l'effectif réel, en raison de la tendance rétrospective.
- On estime que la biomasse du stock de reproducteurs (âges 4+) atteindra un sommet en 2003 puis diminuera, à moins d'un fort recrutement ultérieur.
- Le rendement prévu à $F_{0,1}$ pour l'année de pêche 2003 se situe entre 9 000 et 15 000 t, selon les poids selon l'âge utilisés pour calculer le rendement.
- On devrait s'attacher à déterminer comment le rendement éventuel provenant de l'actuel bon recrutement doit être utilisé au fil du temps et quelles sont les répercussions de cette décision sur la conservation de la morue de 4X, en raison du problème de pêche mixte.

La pêche

Débarquements (000 t)

Année	1970-1979 Moy.	1980-1989 Moy.	1990-1997 Moy.	1998	1999[1]	2000[2]	2001[2]	2002[2]
TAC	14,7	21,4	4,3	8,1	9,8	8,1	8,1	8,1
TOTAL	18,6	19,6	7,2	7,8	9,3	7,8	7,4	

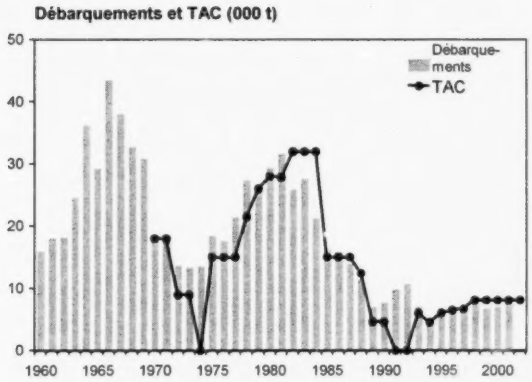
1 La saison de pêche, les débarquements et le TAC se rapportent à la période de 15 mois allant du 1er janvier 1999 au 31 mars 2000.

2 À compter de 2000, la saison de pêche, les débarquements et le TAC se rapportent à la période allant du 1er avril de l'année en cours au 31 mars de l'année suivante.

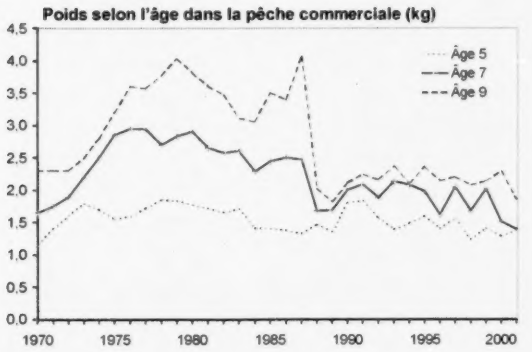
Les **débarquements déclarés** d'aiglefin de 4X/5Y pour l'année de pêche qui s'est terminée le 31 mars 2002 s'établissaient à 7 411 t, le quota étant de 8 100 t. Au 24 octobre 2002, les débarquements d'aiglefin de l'année de pêche courante étaient de 4 566 t. Cette année de pêche se déroule en bonne part comme les deux précédentes. Quoique la plupart des pêcheurs tentent d'éviter les captures de morue, une proportion de 70 % du quota global de morue avait été capturée au 24 octobre, contre seulement 56 % du quota d'aiglefin.

Plusieurs changements récents à la gestion de cette pêche ont eu des répercussions importantes sur la période de pêche. Par suite de l'adoption, en 1999, d'une année de pêche allant d'avril à mars, les débarquements d'aiglefin du premier trimestre de 2000 et 2001 étaient les plus élevés depuis 1992. Les débarquements du premier trimestre de 2002 ont aussi été élevés. D'après la flottille de pêche aux engins fixes et la flottille de pêche aux engins mobiles, cela est dû essentiellement à la possibilité de pratiquer la pêche dirigée de l'aiglefin en capturant des prises accessoires minimales de morue à cette période de l'année. L'introduction d'ententes de partage dans la flottille de pêche aux engins fixes, dans le cadre de la gestion communautaire, a aussi contribué à ce changement.

Le changement dans la période de pêche s'est également répercuté sur la répartition des prises. La proportion de prises en provenance de 4Xn et 4Xp a augmenté ces dernières années. Bien que la hausse des prises venant de 4Xn soit due en large part à l'intensification de la pêche hivernale, la hausse des prises dans 4Xp reflète vraisemblablement un effort dirigé vers le plus gros aiglefin des eaux profondes.



Les **poids moyens selon l'âge** dans les débarquements de la pêche commerciale a varié et accusé une légère baisse depuis le début des années 1990. Depuis quelques années, le poids selon l'âge à l'âge 5 est comparable à celui qu'on connaît depuis 1970, mais le poids à l'âge 7 et aux âges supérieurs est très bas par rapport à la fin des années 1970 et au début des années 1980. On cherche actuellement à déterminer dans quelle mesure cette différence est due à la méthodologie d'interprétation de l'âge.



La classe d'âge de 1998 a commencé à être recrutée à la pêche en 2001. À l'âge 4 en 2002, elle représentait 34 % des prises selon le poids en milieu d'année.

Point de vue de l'industrie

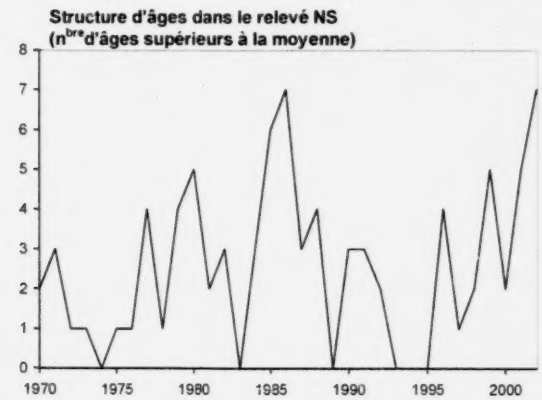
Selon les **indications de l'industrie,** l'abondance de l'aiglefin a été bonne dans toute la zone de stock ces dernières années, quoiqu'on ait signalé des changements dans la distribution en eaux côtières. Les prises de petit poisson ont dominé, en particulier dans l'est de 4X. Selon l'industrie, les rejets et les fausses déclarations d'aiglefin de 4X/5Y ont été minimes ces dernières années.

État de la ressource

L'information sur la distribution spatiale annuelle et sur la composition selon la taille dans les relevés de juillet par navire scientifique est contenue dans Branton and Black (2002).

L'**abondance des aiglefins des âges 4+** (se substituant à la biomasse du stock de reproducteurs) dans le relevé d'été par navire scientifique (relevé NS d'été) présente une tendance à la hausse depuis 1993 et a été supérieure à la moyenne à long terme en 2002. Un relevé commun de l'industrie et du MPO sur la ressource dans 4X est réalisé depuis l'été 1995 par la flottille de pêche selon des QIT (relevé QIT). L'abondance des âges 4+ dans le relevé QIT est à la hausse depuis 1996 et a atteint sa plus forte valeur en 2002. Dans les deux relevés en 2002, environ la moitié des prises des âges 4+ se composait d'aiglefins de la classe d'âge de 1998.

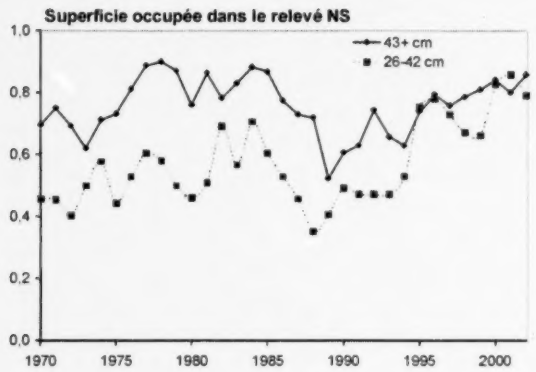
La **structure d'âges** d'une population reflète la qualité de l'abondance de cette population. En général, plus la fourchette d'âges est vaste, plus le stock est susceptible d'être en bonne santé. Le nombre de classes d'âge supérieures à la moyenne parmi les âges 4-10 dans le relevé par navire scientifique est une mesure de la structure d'âges. Cet indicateur est à la hausse depuis 1995 et tous les âges étaient supérieurs à la moyenne en 2002. Il ne s'agit peut-être pas là du meilleur indicateur de la structure d'âges, parce qu'il est insensible à la contribution relative des poissons plus âgés dans la fourchette de distribution des âges, poissons qui, pense-t-on, ont de plus fortes potentialités de reproduction. D'autres recherches sont nécessaires à cet égard.



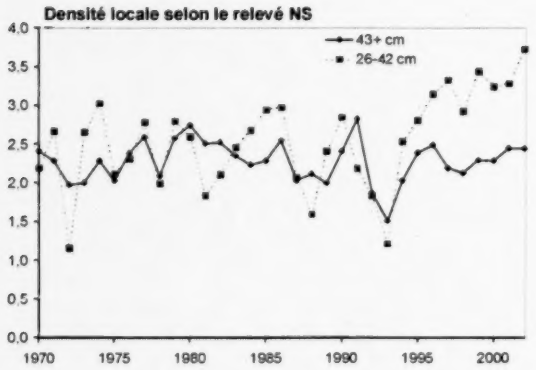
Le **recrutement**, mesuré d'après les prises par trait aux âges 2 et 3 dans le relevé par navire scientifique, a été inférieur à la moyenne de 1983 à 1992, sauf en ce qui concerne les classes d'âge de 1987 et 1988. Les classes d'âge de 1993 et 1994 étaient fortes. La classe d'âge de 1998 est la plus forte de la série du relevé d'été par navire scientifique et celle de 1999 vient au troisième rang des plus élevées. Dans le relevé QIT, la classe d'âge de 1998 est aussi la plus forte de la série, tandis que celle de 1999 est la deuxième en importance.

Plusieurs indices peuvent nous renseigner sur la répartition de l'abondance. La proportion de traits du relevé annuel dans lesquels une espèce est présente (traits non nuls) est une mesure de la **superficie occupée** par cette espèce. La superficie occupée par les aiglefins de 43 cm et plus (âges 4+, approximativement) dans le relevé NS d'été a présenté une tendance à la hausse depuis la fin des années 1980 et elle est proche des hauts niveaux observés à la fin des années 1970 et au début des années 1980. La superficie occupée par les aiglefins de 26-42 cm (âges 2 et 3, approximativement) dans le relevé d'été par navire scientifique dénote une tendance à la hausse

depuis la fin des années 1980; elle est à son plus haut niveau de la série.



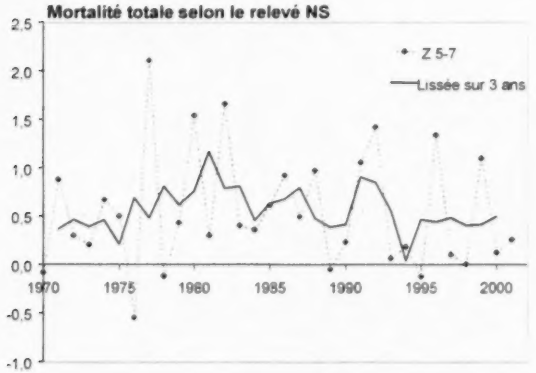
Le taux de prises moyen dans les traits du relevé annuel dans lesquels une espèce est présente est un indicateur de la **densité locale** de cette espèce. Dans le relevé d'été par navire scientifique, la densité locale des aiglefins de 43 cm et plus a présenté une tendance à la hausse depuis le début des années 1990; elle se situe alentour de la moyenne en 2002. La densité locale des aiglefins de 26-42 cm est à la hausse depuis la fin des années 1990 et se trouve actuellement aux plus hauts niveaux de la série.



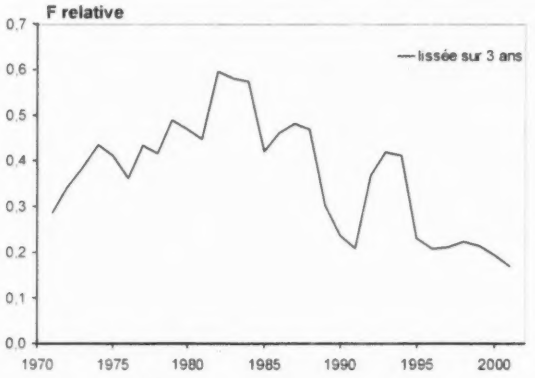
Les longueurs moyennes selon l'âge dans le relevé d'été par navire scientifique diminuent depuis le début des années 1990, particulièrement aux plus grands âges. Quant aux poids moyens selon l'âge, ils présentent les mêmes tendances. De nombreux âges se situent en dessous de la longueur et du poids moyens à long terme, certains ayant la plus petite taille observée dans la série. Le **taux de croissance** annuel instantané **(G)** calculé pour les longueurs aux âges 2-7 présente une tendance décroissante à long terme depuis le milieu des années 1970, mais il semble se stabiliser depuis quelques années.

Un indice de la **condition du poisson**, le K de Fulton, élaboré d'après les résultats du relevé d'été par navire scientifique, diminue depuis le début des années 1980 et a atteint un minimum en 2002. Chez la morue de l'Atlantique, les faibles niveaux de cet indice ont été associés à un piètre succès de reproduction et à une mortalité après la fraye à des niveaux très bas. On n'a pas réalisé d'expériences comparables pour l'aiglefin, mais il semble que les niveaux observés ici en ce qui concerne ce poisson n'ont pas influé sur le succès de reproduction. Une piètre condition reflète toutefois une faible productivité.

La **mortalité totale (Z)** estimée en ce qui concerne les âges 5-7 (pleinement recrutés historiquement) dans le relevé d'été par navire scientifique a été relativement stable ces dernières années, la mortalité implicite correspondant à environ $F_{0,1}$ (en se fondant sur une mortalité naturelle de 0,2).



La **mortalité relative par pêche** a suivi une tendance à la hausse tout au long des années 1970 et a atteint un maximum au début des années 1980, puis a fléchi. La mortalité F relative a augmenté de 1992 à 1994, mais elle a diminué en 1995 et est restée relativement stable depuis.



Une **analyse séquentielle de population** (ASP) a été effectuée à partir du relevé d'été par navire scientifique et du relevé par la flottille de QIT pour mettre au point le modèle.

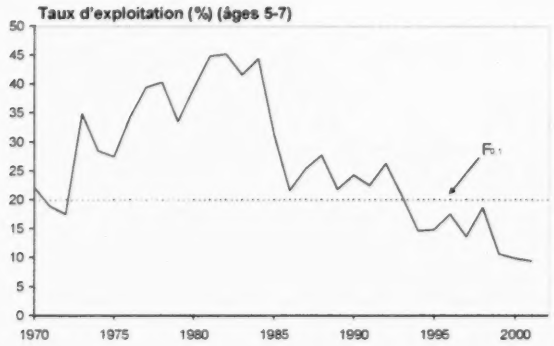
Le **recrutement** a été inférieur à la moyenne de 1983 à 1992, quoique l'effectif des classes d'âge de 1987 et 1988 était proche de la moyenne. Les classes d'âge de 1993 et 1994 étaient toutes deux supérieures à la moyenne. La classe d'âge de 1997 était moyenne et on estime que celle de 1998 est la plus forte de la série chronologique. Selon le modèle, la classe d'âge de 1999 est aussi très forte, tandis que celle de 2000 est supérieure à la moyenne.

La **biomasse du stock de reproducteurs** (âges 4+) diminue

depuis 1979 et a atteint un seuil de 19 000 t en 1990. Les fortes classes d'âge de 1993 et de 1994 ont fait augmenter la biomasse du stock de reproducteurs à 41 000 t en 1998. On estime que la classe d'âge de 1997, qui est moyenne, et celle de 1998, qui est forte, porteront la biomasse du stock de reproducteurs à 63 000 t en 2002.

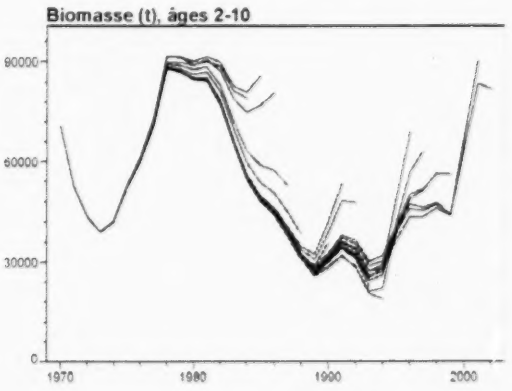
Il ne semble pas y avoir de rapport entre la biomasse du stock de reproducteurs et le recrutement pour les niveaux de biomasse observés.

Le **taux d'exploitation** des âges 5-7 (pleinement recrutés historiquement) a augmenté depuis les années 1970, pour se situer à environ 50 % au début des années 1980. Il est tombé alentour de $F_{0,1}$ (20 %, valeur actuelle utilisée pour $F_{0,1}$ = 0,25) à la fin des années 1980, puis sous $F_{0,1}$ en 1994. Le taux d'exploitation des âges 5-7 a chuté à nouveau en 2000 et en 2001. Le recrutement partiel a changé ces dernières années et les âges pleinement recrutés sont passés de 5-7 ans à 8-10 ans. Le taux d'exploitation des poissons plus âgés est resté élevé, alentour de 22 %.



Sources d'incertitude

Les évaluations antérieures de cette ressource présentaient une tendance rétrospective. Les estimations d'exploitation sont variables et ne suivent pas de tendance constante à la surestimation ou à la sous-estimation. Les estimations de biomasse présentent quant à elles une tendance constante à la surestimation de l'abondance de la population au cours des années les plus récentes, particulièrement en présence de fortes classes d'âge. Selon notre analyse, les estimations des classes d'âge de 1998 et 1999 sont très fortes, ce qui pourrait à nouveau entraîner cette tendance rétrospective. L'estimation de ces classes d'âge pourrait être deux fois plus élevée que l'effectif réel.



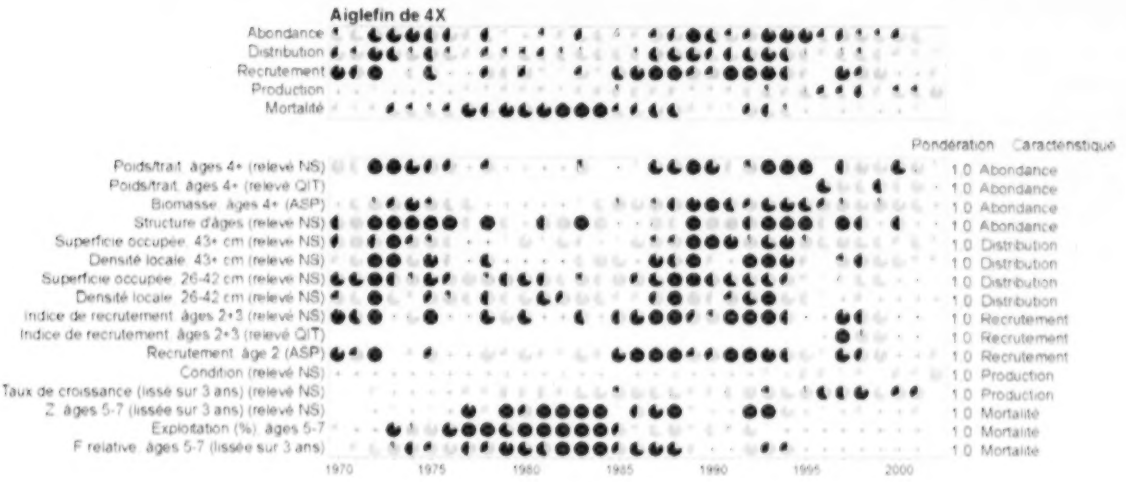
On a calculé le rendement prévu et la biomasse du stock de reproducteurs d'après les poids moyens récents selon l'âge. Dans ce stock, les poids selon l'âge diminuent depuis le milieu des années 1990. Si cette tendance se maintient, le rendement et la biomasse du stock de reproducteurs seront surestimés. Un changement dans la proportion de débarquements provenant de la baie de Fundy au profit de ceux qui viennent du plateau néo-écossais, où la croissance est plus lente, aboutirait aussi à une surestimation du rendement.

En 1984-1985, on a changé la méthode utilisée pour déterminer les âges de l'aiglefin au sein du stock. Certains se sont inquiétés de ce que la baisse des tailles selon l'âge observée pendant cette période puisse être due à ce changement de méthode, plutôt qu'à des changements dans le taux de croissance; on étudiera donc la question. Cela aurait une influence non seulement sur les estimations de la taille selon l'âge, mais aussi sur celles de la biomasse du stock de reproducteurs et des taux d'exploitation pendant la période visée.

Analyse des feux de circulation

Le tableau des **feux de circulation** qui suit fournit un sommaire des indicateurs de l'état des stocks susmentionnés. Ce tableau présente les valeurs annuelles de chaque indicateur sous forme d'un des trois feux de circulation, selon que ces valeurs se situent parmi les plus fortes ou les plus faibles observées pour cet indicateur ou encore entre les deux. Pour des indicateurs comme la biomasse du stock et le recrutement, les valeurs élevées sont bonnes et reçoivent donc un feu vert, tandis que les valeurs basses sont mauvaises et reçoivent par conséquent un feu rouge. En revanche, dans le cas d'indicateurs comme la mortalité, ce sont les valeurs élevées qui sont mauvaises et qui reçoivent un feu rouge ●, tandis que les valeurs faibles sont bonnes et reçoivent un feu vert +. Les valeurs intermédiaires (point médian entre le feu rouge et le feu vert) reçoivent un feu jaune ◐. Une valeur entre le rouge et le jaune est représentée par un cercle dont le nombre de secteurs rouges est de plus en plus grand au fur et à mesure que la valeur approche de la limite ou du point de démarcation du feu rouge. De la même manière, une valeur entre le point médian et le point de démarcation du feu vert est représentée par un cercle dont le nombre de secteurs verts est de plus en plus grand au fur et à mesure que la valeur approche du point de démarcation du feu vert. Les cellules vides du tableaux signifient qu'il n'y a pas eu d'observation pour l'année considérée. Les incertitudes quant au point de démarcation pertinent se traduisent par une vaste zone jaune.

Dans l'analyse des feux de circulation, les indicateurs sont présentés en groupes, représentant des aspects particuliers de la ressource. Ces groupements sont appelés « caractéristiques ». Les perspectives qui suivent sont présentées d'après ces caractéristiques, dont chacune est indiquée en caractères gras.


Aiglefin de 4X
Abondance
Distribution
Recrutement
Production
Mortalité
Pondération Caractéristique
Poids/trait, âges 4+ (relevé NS) 1.0 Abondance
Poids/trait, âges 4+ (relevé QIT) 1.0 Abondance
Biomasse, âges 4+ (ASP) 1.0 Abondance
Structure d'âges (relevé NS) 1.0 Abondance
Superficie occupée, 43+ cm (relevé NS) 1.0 Distribution
Densité locale, 43+ cm (relevé NS) 1.0 Distribution
Superficie occupée, 26-42 cm (relevé NS) 1.0 Distribution
Densité locale, 26-42 cm (relevé NS) 1.0 Distribution
Indice de recrutement, âges 2+3 (relevé NS) 1.0 Recrutement
Indice de recrutement, âges 2+3 (relevé QIT) 1.0 Recrutement
Recrutement, âge 2 (ASP) 1.0 Recrutement
Condition (relevé NS) 1.0 Production
Taux de croissance (lissé sur 3 ans) (relevé NS) 1.0 Production
Z, âges 5-7 (lissée sur 3 ans) (relevé NS) 1.0 Mortalité
Exploitation (%), âges 5-7 1.0 Mortalité
F relative, âges 5-7 (lissée sur 3 ans) 1.0 Mortalité
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000

* Voir à l'annexe 1 la description des points-limites des feux de circulation, des pondérations et des justifications applicables à l'aiglefin de 4X/5Y.

Perspectives

Les indicateurs de l'**abondance** (poids/trait, âges 4+ [relevé NS], poids/trait, âges 4+ [relevé QIT], biomasse âges 4+ [ASP], structure d'âges [relevé NS]) présentent tous des tendances à la hausse récemment et révèlent que la valeur de 2002 est supérieure à la moyenne. La forte augmentation de la biomasse des âges 4+ en 2002 est due à la classe d'âge de 1998.

Les indicateurs de **recrutement** (indice de recrutement, âges 2+3 [relevé NS], indice de recrutement, âges 2+3 [relevé QIT], recrutement à l'âge 2 [ASP] révèlent tous que la classe d'âge de 1998 est la plus forte observée dans la série chronologique du relevé et de l'ASP. La classe d'âge de 1999 est aussi très forte et celle de 2000 pourrait être supérieure à la moyenne. Les classes d'âge de 1993 et 1994 étaient supérieures à la moyenne.

Il ressort des indicateurs de **distribution** (superficie occupée, 43+ cm [relevé NS], densité locale, 43+ cm [relevé NS], superficie occupée, 26-42 cm [relevé NS], densité locale, 26-42 cm [relevé NS]) que la superficie occupée par les poissons de longueur à peu près égale à celle des reproducteurs est proche de la plus vaste jamais observée et que la densité locale est à peu près moyenne. La superficie occupée par les poissons dont la longueur est proche de celle des recrues est la plus vaste jamais observée et la densité locale est également à son plus haut niveau.

Les indicateurs de **production** (taux de croissance [relevé NS]), condition [relevé NS]) ont diminué de la fin des années 1970 au début des années 1980 et ils sont maintenant aux plus bas niveaux observés ou proches de ces niveaux.

Les indicateurs de **mortalité** (mortalité totale, âges 5-7 [relevé NS], exploitation, âges 5-7, [ASP], mortalité relative par pêche, âges 5-7) révèlent que la mortalité a été faible ces dernières années.

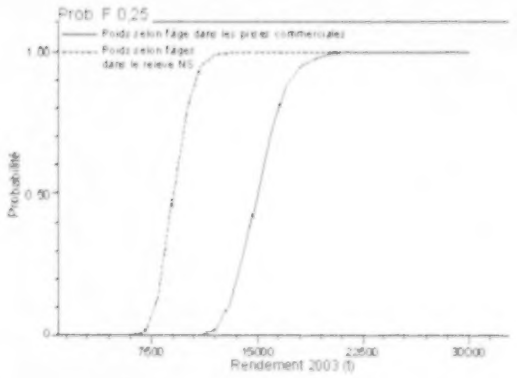
On a calculé le **rendement prévu** d'après la tendance de recrutement partiel récente. Quoique les très fortes classes d'âge de 1998 et 1999 peuvent se traduire par une hausse du recrutement partiel à la pêche aux âges 4 et 5 en 2003, on ne sait pas dans quelle mesure cela risque de se produire. Par conséquent, on a calculé le rendement prévu d'après le recrutement partiel moyen de 1999-2001. Les poids selon l'âge dans la pêche sont actuellement plus élevés que ceux observés pour cette population dans le relevé par navire scientifique. Le rendement prévu a été calculé en fonction des récents poids selon l'âge dans la pêche, mais aussi des poids selon l'âge dans le relevé par navire scientifique, afin d'en arriver à une approximation de la plus grande contribution anticipée des prises en provenance du plateau néo-écossais, si les quotas et les prises augmentent notablement. Les projections fondées sur les poids selon l'âge dans le relevé sont considérées comme une limite inférieure et sont davantage susceptibles de produire des résultats plus proches de ceux qu'on obtient avec les poids selon l'âge récemment observés dans la pêche. Le tableau ci-dessous illustre le rendement projeté à F = 0,25 (valeur actuellement utilisée pour $F_{0,1}$) pour l'année de pêche 2003 et la biomasse du stock de reproducteurs (âges 4+) au début de l'année de pêche 2003.

Cette analyse révèle que des débarquements de 8 100 t (TAC) pour l'année de pêche 2002 aboutiront à un taux d'exploitation inférieur à $F_{0,1}$.

Poids selon l'âge	BSR 2003 (t)	Rendement (t) 2003
haut	79 000	15 000
bas	77 000	9 000

Si elle est exploitée au niveau $F_{0,1}$, on estime que la biomasse du stock de reproducteurs atteindra un sommet en 2003, puis diminuera, à moins d'un fort recrutement ultérieur.

Il est possible d'estimer les incertitudes découlant du modèle en ce qui concerne l'effectif du stock, pour les appliquer à une **analyse de risque.** La schématisation du risque tient compte de l'écart entre le modèle accepté et les données. D'autres incertitudes ne sont pas prises en compte dans l'analyse de risque, dont les erreurs dans le modèle, les formulations du modèle, des changements dans les habitudes de pêche et les effets de phénomènes environnementaux sur la survie.



La biomasse du stock de reproducteurs est actuellement proche de ses hauts niveaux historiques et il n'y a pas à redouter de changement immédiat dans cette biomasse. Par conséquent, l'analyse de risque n'est faite que pour déterminer si nous gardons la mortalité par pêche à un niveau modéré.

La pente des courbes indique que les résultats de l'analyse de risque peuvent résister relativement bien aux erreurs d'estimation de l'abondance, mais la distance entre les courbes dénote une

sensibilité aux hypothèses concernant les poids selon l'âge dans la pêche.

Compte tenu de la tendance rétrospective observée dans ce stock en présence de fortes classes d'âge, la présente évaluation surestime vraisemblablement la biomasse.

Bien que nous ayons observé un fort recrutement et que les recrues soient largement distribuées pour une forte densité locale, les reproducteurs ont un faible taux de croissance, une taille selon l'âge inférieure à la moyenne et une condition plus basse. On ne sait pas comment cela influera sur la production future.

En résumé, la forte exploitation du début des années 1980, malgré un bon recrutement, a abouti à une diminution de la biomasse de reproducteurs. Quoique l'exploitation soit tombée près de $F_{0.1}$ à la fin des années 1980, la baisse de la production et le piètre recrutement se sont traduits par d'autres déclins de la biomasse du stock de reproducteurs. Une amélioration du recrutement et une faible exploitation au début des années 1990 ont permis au stock de commencer à se rétablir. Le maintien d'une faible exploitation depuis 1994 et le fait que les classes d'âge de 1993 et 1994 soient supérieures à la moyenne ont permis à la biomasse du stock de reproducteurs de se rétablir. On s'attend à ce que cette tendance se poursuive avec les très fortes classes d'âge de 1998 et 1999.

La ressource est en train de se rétablir, en raison de niveaux de recrutement records et de la faible exploitation récente. La biomasse du stock de reproducteurs approche de ses hauts niveaux de la fin des années 1970 et du début des années 1980; on s'attend à ce qu'elle dépasse ces niveaux en 2003, mais elle diminuera ensuite, à moins d'un autre fort recrutement. Par conséquent, il conviendrait de s'attacher à déterminer comment le rendement éventuel provenant de l'actuel bon recrutement doit être utilisé au fil du temps et quelles sont les répercussions de cette décision sur la conservation de la morue de 4X, en raison du problème de pêche mixte.

Pour obtenir de plus amples renseignements,

communiquer avec :

Peter Hurley
Division des poissons de mer
Institut océanographique de Bedford
C. P.1006, Dartmouth
(Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Tél. : 902-426-3520
Fax : 902-426-1506
Courriel : HurleyP@mar.dfo-mpo.gc.ca

Références

Branton, R., and G. Black. 2002. Summer Groundfish Survey Update for Selected Scotia-Fundy Groundfish Stocks. MPO, Secr. can. cons. sci., Doc. rech. 2002/087.

Hurley, P.C.F., G.A.P. Black, J.E. Simon, R.K. Mohn and P.A. Comeau. 2002. Assessment of Div. 4X/5Y Haddock in 2002. MPO, Secr. can. cons. sci., Doc. rech. 2002/098.

Distribué par le :

Bureau du processus consultatif régional
des provinces Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1006, Succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2
Téléphone : 902-426-7070
Fax : 902-426-5435
Courriel : myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2002

An English version is available on request at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO, 2002. Aiglefin du sud du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy (Divisions 4X/5Y). MPO – Sciences, Rapp. état stocks A3-07 (2002).

Annexe 1. Description des indicateurs, points-limites, pondérations et justifications utilisés dans la méthode des feux de circulation appliquée à l'aiglefin des divisions 4X et 5Y.

La méthode des feux de circulation nous donne un cadre permettant d'intégrer de multiples indices de l'état des stocks et d'autres indicateurs pertinents. Les limites des feux rouges et verts correspondant à de bonnes et à de mauvaises périodes peuvent être établies de manière qualitative pour certains indicateurs, mais elles demeurent problématiques pour d'autres. Dans le cas de la plupart des indicateurs, l'indice a de courts antécédents par rapport à l'histoire écologique et évolutive des populations de poisson ou des écosystèmes dans lesquels elles évoluent. En l'absence d'information quantitative permettant de délimiter précisément les feux de circulation, on a fixé ces limites par délibération, en recourant à des avis d'expert pour établir des estimations raisonnables, qui soient les meilleures possibles. Toutefois, toutes ces estimations sont susceptibles d'être améliorées par suite des recherches en cours.

On a fondé les limites des feux concernant les indicateurs de l'état du stock d'aiglefin de 4X/5Y sur la période 1970-2002. Pendant cette période, l'abondance du stock a été relativement élevée à la fin des années 1970 et au début des années 1980, et relativement basse à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Le recrutement a été relativement bon du milieu des années 1970 au début des années 1980, mais mauvais du milieu des années 1980 au milieu des années 1990. La production, d'après la croissance de la population, a diminué tout au long de la période. Quant aux taux de mortalité, ils ont été élevés du milieu des années 1970 à la fin des années 1980. Les limites des feux ont été établies en fonction de ces tendances générales.

Indicateur	Limite du feu vert (+)	Limite du feu rouge (-)	Caractéristique	Pondération
Poids par trait (kg), âges 4+ , relevé NS	31 : Conforme aux fortes valeurs observées fin des années 1970/début des années 1980	13 : Conforme aux faibles valeurs observées fin des années 1980/début des années 1990	Abondance	1
Poids par trait (kg), âges 4+, relevé QIT	30 : La série chronologique étant courte, on n'est pas certain de sa véritable portée. On a aligné les limites sur celles de la biomasse 4+ selon l'ASP	20 : La série chronologique étant courte, on n'est pas certain de sa véritable portée. On a aligné les limites sur celles de la biomasse 4+ selon l'ASP	Abondance	1
Biomasse (t), âges 4+, ASP	55 000 : Conforme aux fortes valeurs observées fin des années 1970/début des années 1980	20 000 : Conforme aux faibles valeurs observées fin des années 1980/début des années 1990	Abondance	1
Structure d'âges, âges 4-[illegible] sup. à la moy., relevé NS	5 : Conforme aux fortes valeurs observées fin des années 1970/début des années 1980	1 : Conforme aux faibles valeurs observées fin des années 1980/début des années 1990	Abondance	1
Superficie occupée, 43+ cm, relevé NS	0,88 : Conforme aux fortes valeurs observées fin des années 1970/début des années 1980	0,62 : Conforme aux faibles valeurs observées fin des années 1980/début des années 1990	Distribution	1
Densité locale, 43+ cm, relevé NS	2,5 : Conforme aux plus fortes valeurs observées	2 : Conforme aux plus faibles valeurs observées	Distribution	1
Superficie occupée, 26-42 cm, relevé NS	0,8 : Conforme aux plus fortes valeurs observées	0,4 : Conforme aux plus faibles valeurs observées	Distribution	1
Densité locale, 26-42 cm, relevé NS	3,2 : Conforme aux plus fortes valeurs observées	1,6 : Conforme aux plus faibles valeurs observées	Distribution	1
Indice de recrutement, âges 2+3, relevé NS	87 000 : Aligné sur le recrutement à l'âge 2 selon l'ASP	18 000 : Aligné sur le recrutement à l'âge 2 selon l'ASP	Recrutement	1
Indice de recrutement, âges 2+3, relevé QIT	62 000 : Aligné sur le recrutement à l'âge 2 selon l'ASP	26 000 : Aligné sur le recrutement à l'âge 2 selon l'ASP	Recrutement	1
Recrutement, âge 2, ASP	40 000 000 : Conforme aux fortes valeurs observées fin des années 1970/début des années 1980	10 000 000 : Conforme aux faibles valeurs observées fin des années 1980/début des années 1990	Recrutement	1
Condition (K de Fulton), relevé NS	1,02 : Il est peu probable que les valeurs K dans la fourchette observée aient été suffisamment basses pour avoir influé sur le succès de reproduction ou la mortalité, mais elles reflètent une baisse de la production	0,90 : Il est peu probable que les valeurs K dans la fourchette observée aient été suffisamment basses pour avoir influé sur le succès de reproduction ou la mortalité, mais elles reflètent une baisse de la production	Production	1
Croissance (G), âges 2-7, relevé NS, lissée sur 3 ans	0,14 : Conforme aux plus fortes valeurs observées	0,07 : Conforme aux plus faibles valeurs observées	Production	1
Mortalité totale (Z), âges 5-7, relevé NS, lissée sur 3 ans	0,45 : Fondée sur la limite $F_{0,1}$ + M (0,2)	0,70 : Deux fois la limite $F_{0,1}$ + M (0,2)	Mortalité	1
[illegible]ploitation (%), âges 5-7	20 : Niveau F modéré ($F_{0,1}$)	36 : Deux fois la limite $F_{0,1}$	Mortalité	1
Mortalité relative p. pêche, âges 5-7, lissée sur 3 ans	0,25 : Limite $F_{0,1}$	0,50 : Deux fois la limite $F_{0,1}$	Mortalité	1